弧形结构创新模板加固体系

李育超

中国建筑第四工程局有限公司西北分公司 陕西 西安 710000

【摘 要】：随着建筑业的飞速发展，现代建筑已打破传统方正造型设计理念，寻求更多的艺术表现形式，弧形结构、异形造型等不规则设计越来越多，结构施工难度越来越大。本文主要介绍一种弧形结构新型模板加固体系，以解决圆弧形结构加固问题。

【关键词】：弧形结构；创新；加固体系

1 项目背景

丝路创新谷、城市新地标。陕西沣东新城国际医院建设项目，总建筑面积 42 万 m^2，工程造价 30 亿元，设置四大特色专科，配备一栋综合诊疗楼，项目位于大西安格局新中心沣东新城主入口，建成以后将是一家集临床医疗、科研教学、健康管理和急救于一体的现代化、高标准的综合医院。以“丝绸、胡旋舞、大唐盛世”为设计理念，体现丝绸之路和一带一路所蕴含的放眼世界，加强国际交流的内涵。因此，建筑线条及外立面弧形造型较多，旨在体现丝绸的柔美和谐。

本文主要依托陕西沣东新城国际医院复杂弧形结构，旨在寻求一种操作简单，成本经济、质量优良的新型弧形结构模板加固体系。

2 弧形结构施工现状分析

传统弧形结构施工模板加固主要采用两种加固方式：

（1）采用定型大钢模板施工，优点是能够很好地保证弧形结构弧度及几何尺寸，但缺点是定型钢大模板施工工艺剪力墙与结构板分两次施工，施工工序复杂且不利于结构整体性，同时钢大模在剪力墙浇筑完需落地，对现场垂直运输使用要求高，且需单独设置钢大模材料堆场，钢大模一次性投入成本较高，对于结构层高变化较大的项目不适用。

（2）采用定型木模板施工，优点是工厂加工好定型弧度模板架木方，分片定做，能够很好地保证弧形结构弧度及几何尺寸。但缺点是施工现场需要根据配模图现场拼装，需要专业技术人指导，材料周转也比较慢，同时成本投入较高，回收利用价值低，对于结构层高变化大的项目不适用。

陕西沣东国际医院设计理念为主要体现丝绸柔美及大唐盛世，因此结构设计外立面均采用弧形结构外墙展示，且由于为医院公共建筑，层高变化较大，分别为（6.05m、5.55m、5.4m、4.8m、4m）等 5 个层高变化，项目为了即保证弧形结构施工质量的同时，降低施工成本，特针对弧形结构墙模加固体系进行创新设计，详见下述施工工艺。

3 弧形结构模板加固创新施工工艺

3.1 创新思路

由于木方及模板可塑性及韧性不足，对于弧形结构支模会导致模板破坏且不易保证结构弧度要求，但钢材具有很好的可塑性，将木模板与槽钢结合使用，即弧形结构外墙模板采用木模板，主龙骨采用 5#槽钢，槽钢在工厂提前根据弧形结构弧度定制。既能保证弧形结构尺寸，同时可根据层高不同配备不同数量的定型槽钢，大大降低施工成本，非常有利于在弧形结构模板加固体系推广使用。

3.2 创新特点

（1）根据施工图纸进行深化设计，在工厂加工定做弧形槽钢，保证弧形结构弧度准确。

（2）与传统定制弧形钢模板比较，质量轻，易于在层间进行转运，同时由于定制弧形槽钢配合木模板进行弧形结构模板加固，可不受层高限制，适合非标层较多项目。

（3）模板加固简便易操作，同时相比定制木模板及定制钢模板，墙柱与梁板混凝土一次浇筑，模板及定制弧形槽钢不需要落地，节约现场场地，同时降低使用垂直运输机械。

（4）定制圆弧槽钢创新模板加固工法施工成本较定制木模板及钢模板大大降低，同时节约国家资源。

3.3 工艺流程

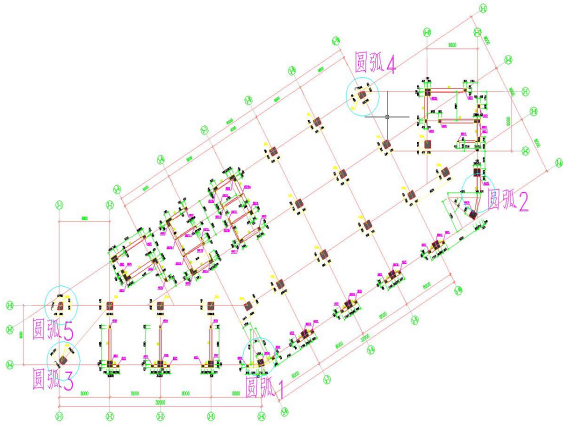
深化设计→测量放线→墙柱钢筋绑扎→墙柱模板封模→槽钢主龙骨加固→弧形结构尺寸复测→弧形墙混凝土浇筑→模板拆除

3.4 操作要点

（1）深化设计

根据结构施工图确定弧形结构数量、位置、弧度及弧长等相关技术参数，通过分析弧形结构特点确定槽钢规格及使用数量，交由厂家定做，确保槽钢弧度及弧长。

弧形剪力墙概况：



序号	半径	弧长	数量	位置
1	R5100mm	5341mm	2 个	综合楼东南角
2	R5100mm	2669mm	2 个	综合楼正南侧
3	R4150mm	1010mm	1 个	综合楼正北侧
4	R4100mm	1036mm	1 个	综合楼东北角
5	R4100mm	1041mm	1 个	西北角、正南

（2）测量放线

圆弧结构测量放线要点是确定圆弧圆心及圆弧半径，放样中只要严格按照图纸给出圆心位置及半径长度，就可以放出圆弧结构控制线。为保证圆弧结构放线准确，可辅助利用智能放线机器人作为工具进行测量放线。

（3）墙柱钢筋绑扎

应先找正主筋位置，在板筋及梁钢筋焊接定位箍筋，并将墙柱钢筋与定位筋进行焊接固定，防止发生钢筋偏位。箍筋应与主要受力筋垂直绑扎，箍筋弯钩叠合处沿受力方向错开设置。

（4）模板封模

墙柱钢筋绑扎完成后，进行木模板封闭加固，模板采用 15mm 后木模板作为弧形构件模板，根据弧形构件弧度进行配模，保证弧形结构尺寸、形状准确。

（5）定制弧形槽钢加固

为保证弧形结构弧度准确，采用定制 5mm 后槽钢作为弧形结构的主龙骨，定制弧形槽钢下部间距 400mm，墙高 2m 以上间距 500mm，保证弧形剪力墙等结构弧度准确无误。然后采用双钢管直径 16mm 对拉螺杆加固，对拉螺杆间距与定制弧形槽钢间距一致，以保证弧形结构施工质量。

（6）弧形结构尺寸复测

弧形结构结构模板封模后，墙柱模板加固时对应弧形墙等位置控制线对弧形墙垂直度及弧度进行校正，复合垂直度、弧度要求方可加固完成，严格控制弧形结构截面尺寸。

（7）弧形剪力墙混凝土浇筑

因本工程弧形结构均为结构外墙，墙高度也较高，为保证混凝土成型质量，混凝土浇筑时严格按照混凝土施工方案进行分层浇筑，振捣密实，保证混凝土浇筑质量。

（8）模板拆除

为保证弧形结构成型效果，拆模混凝土强度必须达到不能使结构缺棱掉角，模板拆除后根据弧形结构编号将所有定制弧形槽钢整理堆码整齐，清除定制弧形槽钢上混凝土垃圾及杂物，以备下层周转使用。

4 效益分析

4.1 经济效益分析

方案名称	定型弧形钢模板	定型木模板	新型模板加固体系
工程量	600	600	600
单价	600 元/㎡	420 元/㎡（含弧形模板、木方）	52 元/㎡槽钢，98 元/㎡（模板、木方）
成本费用（元）	360000	252000	90000
回收价值（元）	125000	23500	15000
总费用（元）	235000	228500	75000

对比传统大钢模及定型模板施工工艺，新型加固体系较钢模板节约成本 16 万元，较定型木模板节约成本 153500，具有非常大的经济效益。

4.2 社会效益分析

“弧形结构定制弧形槽钢创新模板加固施工工法”具有制作周期短、操作简单、效率高、成型质量高等优点，有效地保证了弧形建筑设计的美感。遵义市奥林匹克体育中心建设项目、陕西沣东新城医院、西安恒大都市广场项目累计节省工期 256 天，节省施工成本 32.47 万元，具有非常大的经济效益。

新型模板加固体系可根据结构层高，只需配置不同数量的定型槽钢，模板可根据层高变换随时切割配模，不受层高变换影响。同时模板拆除及垂直吊运方便快捷，槽钢回收利用价值高，节约社会资源。

5 工艺后续发展

“弧形结构定制弧形槽钢创新模板加固施工工法”解决了弧形结构施工过程中操作难度大、施工效率低、成型质量差，结构尺偏差大，传统加固方式笨重等缺点。施工时省时省力，结构稳固，可根据不同尺寸进行专业定制，适用范围广，节约了施工成本，保证了项目工期的顺利落实。拆模后弧形结构尺寸标准、规范、观感质量较好，保证了建筑设计特色，赢得了监理和建设单位的认可及好评，可广泛应用于存在弧形结构的工程，可不受层高限制。适合非标层较多的项目，可广范适用于商业、办公、住宅等各类现代建筑中，特别适用于层高变换较大的公共建筑。

参考文献：

[1] 唱志勇.弧形模板底部支撑系统设计[J/OL].城市建设理论研究(电子版),2018(01).